**ЛЕКЦИЯ №2. Сырье и вода химической промышленности. Комплексное использование сырья.**

С точки зрения использования сырья характерными особенностями химического производства являются:

1)многовариантность сырьевой базы, включающей сырьевые ресурсы, добываемые из недр (фосфатное сырье, калийные соли, сера, природный газ, нефть, уголь), сельскохозяйственную продукцию, воздух и воду,а также продукты переработки природного сырья в химических производствах (фторсодержащие газы,сульфаты, фосфогипс и др.) и в смежных отраслях (например, отходящие газы цветной металлургии, нефтепереработки, коксохимии);

2) широкие возможности комплексного использования одних и тех же видовсырья для получения различных химических продуктов;

3) многообразие методов химической переработки, позволяющих получать из одного и того же сырья широкую гамму химических продуктов.

***Основные понятия и классификация сырья.***

Сырье – это основной элемент производства, от которого в значительной степени зависят экономичность производства, выбор технологии и аппаратуры и качество производимой продукции.

В химическом производстве на различных стадиях переработки можно выделить следующие *материальные объекты*: исходные вещества или собственно сырье, промежуточные продукты (полупродукты), побочные продукты, конечный или готовый продукт и отходы.

В биотехнологии источником природного сырья являются сельское хозяйство и отрасли лесоводства. Получаемые в этих отраслях материалы представляют собой соединения различной химической сложности и включают сахара, крахмал, целлюлозу, гемицеллюлозу и лигнин. Для приготовления питательных сред в биотехнологии используются разнообразные субстраты, которые должны удовлетворять определенным критериям. Субстрат представляет собой сырье для получения целевого продукта и должен быть недефицитным, дешевым, по возможности легкодоступным.Поэтому наиболее важным критерием, определяющим выбор сырья для биотехнологических процессов, являются: стоимость, наличие в достаточных количествах, химический состав, форма и степень окисленности источника углерода и т. п.

В настоящее время наиболее широко используемыми и коммерчески выгодными материалами являются крахмал (преимущественно кукурузный), метанол, меласса и сырой сахар. Практически нет сомнения в том, что зерновые (в частности, кукуруза, рис и пшеница) будут основными краткосрочными сырьевыми материалами для биотехнологических процессов именно в тех странах, где развиты интенсивные биотехнологические процессы

***Полупродуктом*** называется сырье, подвергшееся обработке на одной или нескольких стадиях производства, но не потребленное в качестве готового целевого продукта. Полупродукт, полученный на предыдущей стадии производства, может быть сырьем для последующей стадии, например:

Каменный уголь→обратный коксовый газ→водород→аммиак

***Побочным продуктом*** называется вещество, образующееся в процессе переработки сырья наряду с целевым продуктом, но не являющееся целью данного производства. Побочные продукты, образующиеся при добыче или обогащении сырья, называются ***попутными продуктами***.

***Отходами производства*** называются остатки сырья. материалов и полупродуктов, образующихся в производстве и полностью или частично утративших свои полезные качества.



Операции, лежащие в основе пивоварения

В биотехнологии широко распространенными видами отходов, которые нашли уже сейчас применение в биотехнологических процессах в качестве сырья для ферментации, являются меласса (черная патока) и молочная сыворотка. Меласса представляет собой побочный продукт, появляющийся при производстве сахара, и содержит до 50 % сахаров. Меласса широко используется как питательный субстрат для ферментационных процессов в производстве антибиотиков, органических кислот и коммерческих дрожжей для хлебопечения; помимо этого, она используется в чистом виде в качестве добавки в корма животным. Сыворотка, получаемая при производстве сыра, также может быть использована в качестве питательного субстрата для ферментации. Более сложные продукты отходов, такие, как солома и жом (отход сахарного производства), также имеющиеся в больших количествах и во многих местах, по мере улучшения процессов расщепления лигноцеллюлозных соединений все больше находят применение в биотехнологических производствах.

Полупродукты химической переработки исходного сырья, в свою очередь, служат сырьем для получениядругих веществ. В практике, однако, полупродукт может быть готовым продуктом для предприятия, изготовляющего его, и сырьем для предприятия, потребляющего этот полупродукт. Так, серная кислота, полученная назаводах цветной металлургии, является готовой продукцией для этих заводов и сырьем для получения минеральных удобрений, в частности фосфорных.

Сырье химической промышленности классифицируют по различным признакам (рисунок 1): по происхождению – минеральное, растительное и животное; по запасам – невозобновляемое (руды, минералы, горючие ископаемые) и возобновляемое (вода, воздух, растительное и животное сырье); по химическому составу – неорганическое (руды, минералы) и органическое (нефть, природный газ, уголь), по агрегатному состоянию – твердое (руды, минералы, уголь, сланцы, торф), жидкое (вода, рассолы, нефть) и газообразное (воздух, природный газ).

Кроме того,сырье можно подразделить на первичное (минеральное, растительное и животное, горючие ископаемые, вода ивоздух) и вторичное (промышленные и потребительские отходы), а также на природное и искусственное (кокс,химические волокна, синтетический каучук, синтетические красители, смолы и т.п.).

твердое

жидкое

газообразное

По химическому

состоянию

неорганическое

органическое

ХИМИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

По видам запасов

возобновляемое

невозобновляемое

минеральное

По происхож-

дению

Растительное и животное

вода

воздух

Рисунок 1 - Виды сырья в химическом производстве

В свою очередь, минеральное сырье включает рудное (металлическое), нерудное и горючее (органическое). Рудное сырье – это железные, медные, хромовые, титановые и другие руды, содержащие, в основном,оксиды и сульфиды металлов. Руды, в состав которых входят соединения разных металлов, называют полиметаллическими. Нерудное сырье – поваренная соль, фосфориты, апатиты, гипс, известняк, песок, глина, асбест,слюда, сера и др. Горючие ископаемые – торф, бурые и каменные угли, сланцы и природный газ. Они состоят изорганических соединений и используются в качестве сырья и энергоресурсов.

Растительное (подсолнечник, картофель, сахарная свекла, древесина, хлопок, лен, конопля, каучуконосы,стержни початков кукурузы, подсолнечная, рисовая, хлопковая лузга и т.п.) и животное сырье (шерсть, натуральный шелк, пушнина, кожа, масла, жиры, молоко и т.п.) перерабатывают в продукты питания (пищевое сырье) или в продукты бытового и промышленного назначения (техническое). Так, твердые и жидкие растительные масла используют в производстве мыла, лакокрасочных материалов, вспомогательных веществ для отделкиизделий легкой промышленности, а крахмалопродукты потребляются в текстильной промышленности.

Растительные источники могут рассматриваться как практически неистощимые. Наибольшая доля биомассы образуется в виде древесины. Однако наибольшие трудности встречаются при попытках утилизации именно древесины, в которой целлюлоза находится в комплексе с гемицеллюлозой и лигнином. Лигноцеллюлозные комплексы характеризуются очень высокой степенью устойчивости к биодеградации.

Продукция сельского хозяйства составляет лишь 6 % первичной продукции за счет фотосинтеза, хотя именно из этого количества получается основная часть пищи для людей и животных, а также многие необходимые материалы (например, для текстильной и бумажной промышленности).

Биомасса сельского и лесного хозяйства в настоящее время является значительным экономическим потенциалом во многих странах, в первую очередь в тропических и субтропических регионах.

Сырье для химического производства должно обеспечивать:

- малостадийность производственного процесса;

- агрегатное состояние системы, требующее минимальных затрат энергии для создания оптимальных условий протекания процесса;

- минимальное рассеяние подводимой энергии;

- минимальные потери энергии с продуктами;

- возможно более низкие параметры процесса (температура, давление) и расход энергии на изменение агрегатного состояния реагентов и осуществление химико-технологического процесса;

- максимальное содержание целевого продукта в реакционной смеси;

- рациональное использование сырья.

В себестоимости химической продукции ***доля сырья достигает 70%,*** поэтому проблема ресурсов и рационального использования сырья при его переработке и добыче весьма актуальна.

***Вторичные материальные ресурсы***. Существенным источником химического сырья являются вторичные материальные ресурсы (BMP). К нимотносятся отходы производства, отходы потребления и побочные продукты.

Отходами производства называют остатки сырья, материалов и полупродуктов, образующиеся в процессепроизводства продукции, которые частично или полностью утратили свои качества и не соответствуют стандартам (техническим условиям). В зависимости от свойств и состава выделяют три основные группы отходовпредприятий химической и нефтеперерабатывающей промышленности:

1) близкие к исходному сырью;

2)близкие к целевым продуктам;

3) близкие к сырью других производств или отраслей.

К первой группе относятся отходы, из которых можно извлечь непрореагировавшее сырье или промежуточные продукты и вернуть ихобратно в цикл. Ко второй группе принадлежат отходы, которые путем определенных операций могут бытьдоведены до товарных кондиций. Третья группа включает в себя отходы, пригодные для переработки в другихотраслях. Особую группу составляют безвредные или обезвреженные в результате тех или иных процессов отходы, направляемые непосредственно в окружающую среду, их можно выбрасывать в атмосферу, закапыватьлибо затоплять в морях и океанах.

Отходами потребления называют различные бывшие в употреблении изделия и вещества, восстановлениекоторых экономически нецелесообразно, например, полностью изношенные, выбывшие из строя машины, изделия производственного назначения из стекла, резины и пластмасс, отработанные реактивы, катализаторы и т.п.(отходы промышленного потребления) или пришедшие в негодность изделия домашнего обихода и личного потребления (отходы бытового потребления).

Побочные продукты образуются в процессе переработки сырья наряду с основными продуктами производства, но не являются целью производственного процесса. Однако побочные продукты, как правило, могутбыть использованы в качестве готовой продукции. Они в большинстве случаев бывают товарными, на них имеются ГОСТы или TУ. Те побочные продукты, которые получаются при добыче или обогащении основного сырья, принято называть попутными продуктами (например, попутный газ). Побочные и попутные продукты данного процесса, как правило, являются целевыми продуктами для другого производства.

*Вторичные материальные ресурсы* полностью или частично заменяют первичные сырье и материалы впроизводстве продукции. Химическая промышленность, таким образом, выступает не только как потребительприродных ресурсов, но и как отрасль, сберегающая природное сырье.

**Комплексная переработка сырья** увеличивает степень его использования путем утилизации побочных продуктов и отходов и превращения их в полезные продукты, а также совмещением нескольких производств внутри одного предприятия. Так, при конверсии природного газа получают, наряду с водородом (для синтеза NH3),диоксид углерода, который в процессе синтеза NH3 не применяется. Поэтому обычно совмещают производствоаммиака с получением карбамида (мочевины):

2NH3 +CO→CO(NH2)2 + H2O

Комплексное использование сырья широко применяется при переработке твердых топлив (угля, сланцев),нефти, руд цветных металлов, горно-химического и растительного сырья. Например, в коксохимической промышленности, наряду с коксом, получают и другие продукты (коксовый газ, смолу), химическая переработкакоторых позволяет производить многие органические соединения, а также сырье для азотной промышленности.

***Принципы обогащения сырья***.

Методы обогащения твердых материалов весьма разнообразны, они основаны на различии физических их химических свойств веществ, входящих в состав сырья, например, прочности, плотности, твердости, растворимости, температур плавления и возгонки, магнитной проницаемости и др.

Количественными показателями процесса обогащения являются:

1. ***Выход концентрата*** представляет собой отношение массы полученного концентрата mk к массе обогащаемого сырья mc :

ηk =mk/ mc

1. ***Степень извлечения полезного компонента***, представляющая отношение массы полезного компонента в концентрате mkk к его массе в обогащаемом сырье mkc

Xи =mkk/ mkc

1. ***Степень обогащения сырья*** представляет собой отношение массовой доли полезного компонента в концентрате μkk к массовой доле его в обогащаемом сырье μkc :

Xo = μkk / μkc

Выбор метода обогащения зависит от агрегатного состояния и различия свойств компонентов сырья.

К *механическим методам* обогащения относятся:

- *гравитационный*, основанный на разной скорости оседания частиц различной плотности и размеров в потоке газа или жидкости или в поле центробежной силы. Гравитационную концентрацию проводят в отсадочных машинах, на концентрационных столах и в концентрационных шлюзах. Концентрационный стол представляет собой прямоугольную деку с рифленой поверхностью покрытой линолеумом, которая испытывает возвратно-поступательное движение вдоль длинной стороны. Водная суспензия попадает в бороздки на поверхность деки и там расслаивается: более тяжелый материал оседает на дно, а более легкий передвигается по деке за счет возвратно-поступательного движения. Поскольку высота гребней к выгрузочному концу стола уменьшается, легкий слой смывается потоком воды, идущим поперек стола и уносится вниз к боковой стороне, а более тяжелый материал переносится к выгрузочному концу.

- *электромагнитный*, основанный на различной магнитной проницаемости компонентов сырья. Этот способ применяется для обогащения руд, содержащих минералы с относительно высокой магнитной восприимчивостью (минералы железа, магнетит, франколит, пирротин и др). Обычный магнитный сепаратор представляет собой устройство, в котором слой руды толщиной в несколько зерен перемещается непрерывно в магнитном поле. Магнитные частицы вытягиваются из потока в виде ленты, а немагнитные остаются в потоке.

- *электростатический,* основанный на различной электрической проводимости компонентов сырья. Под поляризующим воздействием электрического поля частицы различного состава заряжаются в разной степени и по-разному реагируют на одновременно действующие на них электрические и гравитационные силы.

Гравитационное разделение основано на различии скоростей осаждения (падения) частиц в жидкости илигазе в зависимости от плотности или крупности этих частиц. Если осаждение производят в жидкости (чаще всего в воде), его называют мокрым гравитационным обогащением; если осаждение ведут в газе (чаще всего в воздухе), его называют сухим гравитационным обогащением.

Мокрое гравитационное обогащение осуществляется в аппаратах, называемых классификаторами; схемаодного из таких классификаторов показана на рисунке 2.



1 – бак с мешалкой; 2 – осадительные камеры (I – III)

Рисунок 2 – Принципиальная схема мокрого гравитационного обогащения

Магнитная сепарация применяется для отделения магнитно-восприимчивых материалов от немагнитных, атакже для удаления стальных предметов, случайно попавших в руду; так отделяют магнитный железняк отпустой породы. Разделение руды осуществляют в электромагнитных сепараторах (рисунок 3).



1 – лента транспортера; 2 – барабан транспортера; 3 – электромагнит; 4, 5 – бункеры

Рисунок 3 – Электромагнитный сепаратор



1 – резервуар; 2 – перегородки; 3 – воздушная трубка; 4 – желоб для приема концентрата

Рисунок 4 - Флотационная машина с воздушным перемешиванием

К *химическим методам* обогащения относятся методы непосредственного воздействия на сырье выщелачивающих растворов (кучное выщелачивание, выщелачивание при просачивании и выщелачивание при перемешивании), растворение, например, при извлечении золота ртутным или цианидным методами:

nHgt

(Au + П) → (AuHgn) + П → Au + nHg

и обжиг, например, при получении железа из железного колчедана:

O2; t

(FeS2 +П) → Fe2O3 + П(огарок) + SO2

Операция *обжига* применяется в основном в ходе подготовки к выщелачиванию либо для изменения химического состава ценных компонентов минерального сырья, что делает их пригодными для выщелачивания, либо для удаления некоторых примесей, присутствие которых существенно затрудняет и удорожает процесс выщелачивания ценных компонентов.

*Кучное выщелачивание* применяется для переработки руд, содержащих легко растворимые полезные компоненты. Такие руды должны быть относительно пористыми и недорогими (обычно они добываются в открытых разработках). Иногда кучное выщелачивание используют для переработки техногенного сырья – отвалов, возникших в результате процессов предшествующей добычи руды. Выщелачивание путем просачивания используется в основном для переработки руд, которые плохо измельчаются при дроблении и не содержат природных глинистых минералов. Выщелачивание с перемешиванием применяют при переработке высокосортных руд или флотоконцентратов.

К физико-химическим методам обогащения относится наиболее распространенный метод флотации. *Флотацией* (от flotation – всплывание) называется метод обогащения твердого сырья, основанный на различии в смачиваемости его компонентов. Смачиваемость частиц вещества характеризуется работой адгезии на границе раздела фаз системы «твердое тело – жидкость» WЖ-Т:

WЖ-Т= σж-г  + σт-г  - σж-т  ,

где σж-г  ;σт-г  ; σж-т  - удельная свободная поверхностная энергия на границе раздела соответствующих фаз.

Удельная поверхностная энергия пропорциональна поверхности раздела фаз, поэтому чем мельче частицы флотируемого материала, тем больше отношение их поверхности к объему или массе и тем сильнее проявляется явление смачиваемости. Поэтому флотируемое сырье измельчают до размеров 0,05 – 0,30 мм.

Показателем смачиваемости материала служит краевой угол смачивания – θ на границе раздела фаз «твердое тело – жидкость – воздух» между перпендикуляром к поверхности жидкости и касательной к мениску ее у частицы (рисунок 5)



Рисунок 5 - Поведение частицы в воде: А – не смачивается; Б - смачивается

Вследствие того, что силы поверхностного натяжения стремятся выровнять уровень жидкости, частицы несмачиваемых или гидрофобных материалов (θ > 90о) выталкиваются из жидкости (всплывают), а частицы смачиваемых или гидрофильных материалов (θ < 90о) погружаются в жидкость. Для ускорения процесса флотации систему вспенивают путем интенсивного перемешивания (механические флотационные машины) или барботажа воздуха через систему (пневматические флотационные машины). В процессе флотации гидрофобный компонент образует с пузырьками воздуха минерализованную пену, отделяемую от жидкой фазу, в которой остаются гидрофильные компоненты. Основными показателями процесса флотации являются выход концентрата и степень концентрации полезного компонента.

Рассеивание (грохочение) основано на том, что минералы, входящие в состав сырья, имеют различнуюпрочность, поэтому при дроблении менее прочные (хрупкие) минералы дробятся на более мелкие зерна, чемпрочные (вязкие) материалы. Если после измельчения такое сырье просеять через сита с отверстиями различного размера, то можно получить фракции, обогащенные тем или иным минералом.

В химической промышленности вода используется в следующих направлениях:

***1. Для технологических це***лей в качестве:

- растворителя твердых, жидких и газообразных веществ;

- среды для осуществления физических и механических процессов (флотация, транспортировка твердых материалов в виде пульп и др.);

- промывной жидкости для газов;

- экстрагента и абсорбента различных веществ.

***2. Как теплоноситель***(в виде горячей воды и пара) ***и хладоагент*** для обогрева и охлаждения технологической аппаратуры.

***3. В качестве сырья и реагента*** для производства различной химической продукции (водорода, ацетилена, серной и азотной кислот и др.).

**Природная вода** подразделяется на атмосферную, поверхностные воды, подземные воды и морскую (океанскую) воду.

*Атмосферная вода*, выпадающая в виде дождя и снега, содержит минимальное количество примесей, главным образом, в виде растворенных газов (кислорода, оксида углерода, азота, сероводорода), бактерий, а в промышленных районах также оксиды азота и серы.

*Поверхностные воды* представляют воды открытых водоемов: рек, озер, каналов, водохранилищ. В состав поверхностных вод входят различные минеральные и органические вещества, природа и концентрация которых зависят от климатических, геоморфологических, почвенно-геологических условий, а также от агро- и гидротехнических мероприятий, развития промышленности в регионе и др. факторов.

К *подземным водам* относятся воды артезианских скважин, колодцев, ключей и гейзеров. Для них характерно высокое содержание минеральных солей, выщелачиваемых из почвы и осадочных пород, и малое содержание органических веществ.

*Морская вода* представляет собой многокомпонентный раствор электролитов и содержит практически все элементы. Входящие в состав литосферы. В ней растворены также различные газы.

***Технологические показатели качества воды***. В зависимости от солесодержания природные воды делятся на *пресные* (содержание солей менее 1 г/кг), *солоноватые* (содержание солей 1-10 г/кг) и *соленые* (содержание солей более 10 г/кг).

***Общей щелочностью воды*** (Що) называется суммарная концентрация содержащихся в воде анионов ОН–,НСО3–, CO32–, PO43–, HSiO3-, SiO32– и некоторых солей слабых органических кислот (гуматов), выраженная вмиллимоль на литр (моль/л).Так как все перечисленные вещества реагируют с кислотой, то общая щелочность воды определяется количеством кислоты, затраченной на титрование с индикатором метиловым оранжевым. В зависимости от типаанионов, обусловливающих щелочность, различают гидрокарбонатную щелочность Щгк (НСО3–), карбонатнуюЩк (СО32–), силикатную Щс (HSiO3–), гидратную Щг (ОН–), фосфатную ЩФ (Н2РО4–, НРО42–, РО43–).

Общая щелочность:

Що = Щгк + Щк+ Щс + Щг + Щф.

В природных водах, как правило, в заметных количествах присутствуют только гидрокарбонат–ионы, поэтому для этих вод характерно, что Що = Щгк.

***Жесткостью*** называется свойство воды, обусловленное присутствием в ней солей кальция или магния. Жесткость воды является одним из важнейших показателей ее качества. В зависимости от природы анионов различают временную (устранимую или карбонатную) жесткость – ЖВ, зависящую от наличия в воде бикарбонат-ионов и постоянную (некарбонатную) жесткость – Жп, вызываемую присутствием хлорид-, сульфат- или нитрат-ионов. Сумма временной и постоянной жесткости называется общей жесткостью воды:

Жо =Жв + Жп.

По значению общей жесткости воды делятся на *мягкие* (Жо менее 2), *средней* жесткости (Жо = 2-10) и *жесткие* (Жо более 10).

***Окисляемостью*** называется свойство воды, обусловленное присутствием в ней органических веществ, легкоокисляющихся соединений железа и сероводорода, способных окисляться различными окислителями. Так как состав этих примесей неопределен, окисляемость воды выражается в количестве перманганата калия или эквивалентном ему количестве кислорода, затраченного на окисление 1 литра воды, то есть мг/л.

***Активная реакция воды*** характеризует ее кислотность и щелочность. Она зависит от присутствия в воде некоторых газов, реагирующих с водой (хлор, оксид углерода и др.), растворимых гуминовых кислот и веществ, вносимых в водоем с промышленными стоками. При рН = 7 вода считается нейтральной, при рН < 7 – воду называют кислой, при рН > 7 – щелочной. Величина рН природных вод колеблется в широких пределах: от рН 9…10 для почвенных щелочных вод, до рН =1 для вод кислых термальных источников.Для большинства природных вод активная среда характеризуется величиной рН 6,5-8,5.

***Водоподготовкой*** называют комплекс операций по удалению из природной воды вредных для производства примесей, содержащихся в ней в виде взвесей, коллоидных частиц, растворенных солей и газов. Схема промышленной водоподготовки приведена на рисунке 1.

дистилляция

осветление

Выморажи-вание

физически

Термическая обработка

Обеззара-живание

химические

Известково-содовый

умягчение

фосфатный

Очистка

воды

Физико-химические

Ионный обмен

обессоливание

химическая

дегазация

физическая

Рисунок 1 – Схема промышленной водоподготовки

***Осветление*** воды достигается отстаиванием ее с последующим фильтрованием через зернистый материал различной дисперсности. Для коагуляции коллоидных примесей и абсорбции окрашенных веществ, содержащихся в воде, к ней добавляют специальные реагенты – коагулянты (сульфаты алюминия или железа) или флокулянты (полиакриламид, активированную кремнекислоту).

Под коагуляцией понимают физико-химический процесс слипания коллоидных частиц и образования грубодисперсной микрофазы (флокул) с последующим ее осаждением. В качестве реагентов, называемых коагулянтами, обычно применяют сульфаты Al2(SO4)3 и FeSO4.

В общем случае технологическая схема промышленной водоподготовки включает следующие основные операции:

- осветление в грубых и коагуляционных отстойниках;

- фильтрование через зернистый материал;

- умягчение методом ионного обмена;

- дегазация.

На таких предприятиях химической, фармацевтической, пищевой и ряда подобных промышленностей широко применяются сложные фильтрующие системы водоочистки и водоподготовки.

***Например:***

1. **Фильтры насыпного типа для водоочистки**. Фильтровальные загрузочные установки с гравием, гидроантрацинтами или рядом других наполнителей используются как средство очистки из жидкостей различных загрязнителей и коллоидов, а также органических примесей и хлора, растворенных оксидов железа, марганца и различных солей. Приобретение подобных систем водоочистки станет актуальным для крупных предприятий. Ведь содержание данного оснащения требует дополнительных издержек, в особенности фильтры, которые отличаются своими габаритами и для поддержания их нормального функционирования им необходимо обслуживание персонала.

**2. Установки мембранного типа** считаются одним из наиболее перспективных методов очистки. Данные технологии водоочистки и водоподготовки используют в мембранные поры от 2 нм до 100 мк и позволяют добиться для воды требуемых норм и качества при самых различных условиях. Благодаря современной автоматизации данные установки могут успешно функционировать и автономно, стабильно и без сбоев проводить очистку потока от самых распространенных загрязнений.

**3. УФ-системы промышленной водоочистки** используется для водоподготовки жидкости для хозяйственно-бытовых нужд. Основным узлом установки является ёмкость из нержавеющей стали, которая дополнительно оснащена УФ-лампами, заключенными в кварцевые колбы. В момент прохода жидкости через камеры загрязнения в воде подвергаются мощному воздействию со стороны УФ-излучения, длина которых составляет 254 нм. Данный тип обработки жидкости приводит к полнейшему удалению не только различных загрязнений, но и уничтожению вредоносных микроорганизмов.

***Умягчением*** воды называется ее очистка от соединений кальция и магния, обусловливающих жесткостьводы. Одним из наиболее эффективных способов умягчения воды является известково-содовый в сочетании сфосфатным. Процесс умягчения основывается на следующих реакциях:

1) обработка гашеной известью для устранения временной жесткости, удаления ионов железа и связывания СО2:

Са(НСО3)2 +Са(ОН)2 → 2СаСО3↓ +2Н2О;

Mg(HCO3)2 + 2Ca(OH)2→ 2СаСО3↓ + Mg(OH)2↓ + 2H2O;

FeSO4 + Ca(OH)2→ Fe(OH)2 ↓ + CaSO4↓ ;

СО2 +Са(ОН)2 = СаСО3 + Н2О

2) обработка кальцинированной содой для устранения постоянной жесткости:

MgSO4→ MgCO3↓ + Na2SO4

MgCl2 + Na2CO3 →MgCO3↓ + 2NaCl

CaSО4→ CaCO3 ↓ + Na2SO4

3) обработка тринатрийфосфатом для более полного осаждения катионов Са2+ и Mg2+:

3Ca(HCO3)2 + 2Na3PO4→ Са3(РО4)2↓ + 6NaHCO3;

3MgCI2 + 2Na3PO4→ Mg3(PO4)2↓ + 6NaCl.

Растворимость фосфатов кальция и магния ничтожно мала, что обеспечивает высокую эффективностьфосфатного метода.

В настоящее время для умягчения, обессоливания и обескремнивания воды широкоприменяетсяметодионного обмена.

Метод ***ионного обмена*** основан на свойстве некоторых твердых тел (ионитов) поглощать из раствора ионы в обмен на эквивалентное количество других ионов того же знака. Иониты подразделяют на катиониты и аниониты. Катиониты содержат подвижные катионы натрия или водорода, а аниониты – подвижные ионы гидроксила. В качестве катионитов применяют сульфоугли, алюмосиликаты (пермутит, цеолит и др.), в качестве анионитов – искусственные смолы, например, карбамидные.

Соответственно, процессы ионного обмена подразделяются на:

Н (Na) – катионирование, например:

Na2[kat] +Ca(HCO3)2 = Ca[kat] + 2Na2СО3

и анионирование, например:

[An]OH +HCl = [An]Cl + H2O

где [kat] и [An] – не участвующие в обмене матрицы ионитов.



1 – катионитовый фильтр; 2 – анионитовый фильтр; 3 – дегазатор; 4 – сборник воды

Рисунок 2 – Схема установки для умягчения воды

При этом протекают следующие реакции:

Длякатионита:

Ca[kat] + 2NaCl = Na2[kat] + CaCl2

Дляанионита:

[An]Cl +NaOH = [An]OH + NaCl

****

Рис.3. Схема подготовки промышленных вод:

1 – грубый отстойник; 2 – смеситель коагулянта; 3 – коагуляционный отстойник; 4 – фильтр; 5 – катионитный фильтр; 6 – анионитный фильтр; 7 – теплообменник; 8 – деаэратор

***Воздух в химической промышленности***.

Атмосферный воздух – это газообразная оболочка Земли высотой до 2000 км с постоянно убывающей концентрацией химически не связанных и уникальных по своим свойствам компонентов. Общая масса атмосферного воздуха оценивается величиной около 5000 триллионов тонн, при этом 90% этой массы сосредоточена в слое высотой около 16 км.

В число постоянных составляющих воздуха входят следующие газы (в процентах по объему): N2 – 78,16; O2 – 20,90; Ar – 0,93; (He, Ne, Kr,Xe) – 0,01. В технических расчетах принимают, что воздух состоит из 79% азота и 21% кислорода.

Воздух в химической промышленности используют в основном как сырье или как реагент в технологическом процессе, а также для энергетических целей (в качестве окислителя для получения тепловой энергии при сжигании различных топлив). Воздух также используется в химико-технологических процессах в качестве теплоносителя или хладоагента.

Сжатый воздух широко используется в различных барботажных смесителях для перемешивания жидкостей и пульп и в форсунках – для распыления жидкостей в реакторах и топках.

Чистый кислород, выделяемый ректификацией жидкого воздуха, обычно применяется для кислородной плавки металлов, в доменном и других процессах. Кислород воздуха чаще всего используется в качестве окислителя при окислительном обжиге сульфидных руд цветных металлов, серосодержащего сырья при получении SO2 в сернокислотном и целлюлозно-бумажном производствах, окислении метана в некоторых процессах конверсии природного газа, в процессах неполного окисления углеводородов при получении спиртов, альдегидов, органических кислот и др.

Применение кислорода в качестве окислителя приводит к повышению температуры экзотермических процессов с соответствующим увеличением энергетического к.п.д. при одновременном уменьшении реакционных объемов. Например, использование кислорода в производстве азотной кислоты обеспечивает повышение скорости процесса окисления оксида азота в 200 раз, при этом объем используемой аппаратуры контактного узла сокращается в 4 раза, а абсорбционного узла – в 30 раз.

Азот широко используется во многих технологических процессах химической промышленности. Его применяют в качестве технологического компонента при производстве аммиака, карбамида, капролактама, этилена, синтетических волокон. Жидкий азот применяется также в синтезе аммиака для промывки ковертируемого газа от примесей оксида углерода, метана и аргона.

Очень эффективно использование жидкого азота в процессах измельчения твердых тел. Криоизмельчение позволяет увеличить удельную поверхность вещества до 1,2 м2/г, устранить его окисление и агрегацию частиц. Также перспективно применение жидкого азота в технике высокотемпературной сверхпроводимости. Сверхпроводимые системы с жидким азотом могут найти разнообразное применение в измерительной аппаратуре для научных исследований, медицины, электроники, в новых методах хранения и передачи энергии.

Сжиженные газы (азот, кислород, аргон, гелий и водород) широко используют в криогенной технологии для получения глубокого холода и в процессах криохимической технологии: получение чистых и сверхчистых продуктов органического и неорганического синтеза, твердофазные композиты со специальными свойствами (ферриты, пьезокерамика и др). Температуры кипения сжиженных газов представлены в таблице:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Газ | Азот N2 | Аргон Ar | Водород Н2 | Воздух | Гелий Не | Кислород О2 | Криптон Kr | Ксенон Хе | Неон Ne |
| Темпе-ратура кипе-ния, оС | -195,8 | -186 | -253 | -192 | -268,9 | -183 | -146 | -108 | -245,9 |

Из воздуха получают в промышленном масштабе почти все благородные газы, за исключением гелия, который получают в основном из природного газа, в котором его содержание выше, чем в воздухе.

*Контрольные вопросы*:

1. По каким признакам классифицируют сырью в химической промышленности?

2. Что такое минеральное сырье?

3. Требования, предъявляемые к сырью в химической промышленности.

4. Что такое возобновляемое сырье?

5. Что такое вторичные материальные ресурсы?

6. Какие группы отходов химического производства Вы знаете?

7. Для чего необходимо рациональное и комплексное использование сырья в химическом производстве?

8. Что такое обогащение? Для чего его применяют?

9. Какие методы обогащения сырья Вы знаете?

10. Что такое флотация?

11. Укажите основные направления использования воды в химическом производстве.

12. Что такое водооборот и с какой целью он используется?

13. Для чего применяют умягчение воды?

14. Перечислите основные технологические операции промышленной водоподготовки.

15. Укажите основные направления использования воздуха в химическом производстве.